

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-167875

(43)Date of publication of application : 24.06.1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 07-347987

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 15.12.1995

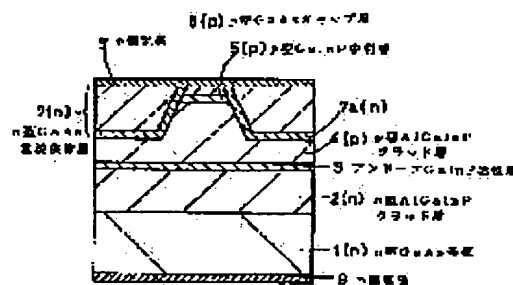
(72)Inventor : UCHIDA SHIRO

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND SEMICONDUCTOR LASER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain impurities from being unnecessarily diffused into a lower clad layer when a current constriction layer or an upper clad layer different from the lower clad layer in impurity concentration is made to grow coming into contact with the lower clad layer.

SOLUTION: An N-type AlGaInP clad layer 2, an undoped GaInP active layer 3, and a P-type AlGaInP clad layer 4 are successively grown on an N-type GaAs substrate 1, and then the P-type AlGaInP clad layer 4 and the like are etched for the formation of a ridge stripe. A part 7a out of an N-type GaAs current constriction layer 7 which is deposited on both the sides of the ridge stripe for the formation of a current constriction structure coming into contact with a lower layer is set nearly equal to the P-type AlGaInP clad layer 4 in impurity concentration.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3451818

[Date of registration]

18.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-167875

(43)公開日 平成9年(1997)6月24日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-347987

(22)出願日 平成7年(1995)12月15日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 内田 史朗

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

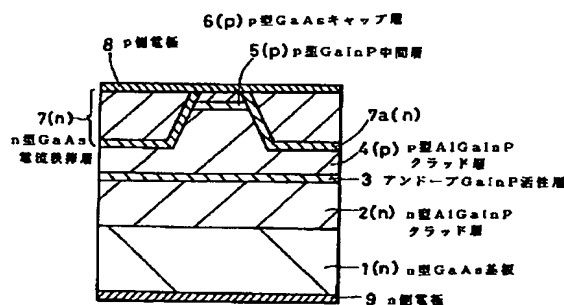
(74)代理人 弁理士 杉浦 正知

(54)【発明の名称】 半導体装置および半導体レーザー

(57)【要約】

【課題】 電流狭窄構造を有する半導体レーザーにおいて、クラッド層と接してこれと不純物濃度が異なる電流狭窄層や上層のクラッド層を成長させる場合に下地のクラッド層中の不純物の不要な拡散を抑える。

【解決手段】 n型GaAs基板1上にn型AlGaInPクラッド層2、アンドープGaInP活性層3、p型AlGaInPクラッド層4などを順次成長させた後、p型AlGaInPクラッド層4などをパターニングしてリッジストライプ部を形成する。電流狭窄構造を形成するためにこのリッジストライプ部の両側の部分に埋め込むn型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aの不純物濃度をp型AlGaInPクラッド層4の不純物濃度とほぼ等しく設定する。



(2)

特開平9-167875

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の不純物濃度を有する第1の半導体層と、

上記第1の半導体層と接して設けられた上記第1の不純物濃度と異なる第2の不純物濃度を有する第2の半導体層とを有する半導体装置において、

上記第2の半導体層のうちの上記第1の半導体層と接する部分の不純物濃度が上記第1の不純物濃度とほぼ等しいことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 第1導電型の第1のクラッド層と、  
上記第1のクラッド層上の活性層と、  
上記活性層上の第2導電型の第2のクラッド層とを有し、

上記第2のクラッド層に設けられたストライプ部の両側の部分に上記第2のクラッド層の不純物濃度と異なる不純物濃度を有する第1導電型の電流狭窄層が埋め込まれた電流狭窄構造を有する半導体レーザーにおいて、

上記電流狭窄層のうちの上記第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が上記第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいことを特徴とする半導体レーザー。

【請求項3】 上記電流狭窄層のうちの上記第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の上記電流狭窄層の不純物濃度よりも低いことを特徴とする請求項2記載の半導体レーザー。

【請求項4】 上記電流狭窄層のうちの上記第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の上記電流狭窄層の不純物濃度よりも高いことを特徴とする請求項2記載の半導体レーザー。

【請求項5】 第1導電型の第1のクラッド層と、  
上記第1のクラッド層上の活性層と、  
上記活性層上の第2導電型の第2のクラッド層と、  
上記第2のクラッド層上のストライプ状の開口を有する第1導電型の電流狭窄層と、

上記電流狭窄層の上記開口の部分における上記第2のクラッド層と接して設けられた、上記第2のクラッド層の不純物濃度と異なる不純物濃度を有する第2導電型の第3のクラッド層とを有する半導体レーザーにおいて、  
上記第3のクラッド層のうちの上記第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が上記第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいことを特徴とする半導体レーザー。

【請求項6】 上記第3のクラッド層のうちの上記第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の上記第3のクラッド層の不純物濃度よりも低いことを特徴とする請求項5記載の半導体レーザー。

【請求項7】 上記第3のクラッド層のうちの上記第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の上記第3のクラッド層の不純物濃度よりも高いことを特徴とする請求項5記載の半導体レーザー。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体装置および半導体レーザーに関し、例えば、電流狭窄構造を有する半導体レーザーに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 赤色発光の半導体レーザーとしてAlGaInP系半導体レーザーが実用化されている。図9に従来のAlGaInP系半導体レーザーの一例を示す。

【0003】 図9に示すように、この従来のAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs基板101上に、n型AlGaInPクラッド層102、アンドープGaInP活性層103、p型AlGaInPクラッド層104、p型GaInP中間層105およびp型GaAsキャップ層106が順次積層されている。

【0004】 p型AlGaInPクラッド層104の上層部、p型GaInP中間層105およびp型GaAsキャップ層106は、一方向に延びる所定幅のリッジストライプ形状を有する。このリッジストライプ部の両側の部分にはn型GaAs電流狭窄層107が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。

【0005】 p型GaAsキャップ層106およびn型GaAs電流狭窄層107の上には、例えばTi/Pt/Au電極のようなp側電極108が設けられている。一方、n型GaAs基板101の裏面には、例えばIn電極のようなn側電極109が設けられている。

【0006】 この従来のAlGaInP系半導体レーザーにおいて、p型AlGaInPクラッド層104、p型GaInP中間層105およびp型GaAsキャップ層106中のp型不純物は例えばZn、n型GaAs電流狭窄層107およびn型AlGaInPクラッド層102中のn型不純物は例えばSeである。

【0007】 上述の従来のAlGaInP系半導体レーザーを製造するためには、まず、n型GaAs基板101上に、n型AlGaInPクラッド層102、アンドープGaInP活性層103、p型AlGaInPクラッド層104、p型GaInP中間層105およびp型GaAsキャップ層106を、例えば有機金属化学気相成長(MOCVD)法により順次成長させる。

【0008】 次に、p型GaAsキャップ層106の全面にSiO<sub>2</sub>膜やSiN膜を形成した後、これをエッチングによりパターンニングして所定幅のストライプ状のマスク(図示せず)を形成する。

【0009】 次に、このマスクをエッチングマスクとして用いて、ウエットエッチング法により、p型AlGaInPクラッド層104の厚さ方向の途中の深さまでエッチングし、p型AlGaInPクラッド層104の上層部、p型GaInP中間層105およびp型GaAsキャップ層106を一方向に延びる所定幅のリッジストライプ形状にパターンニングする。

【0010】 次に、上述のエッチングに用いたものと同様のマスクを成長マスクとして用いて、例えばMOCV

(3)

特開平9-167875

D法により、リッジストライプ部の両側の部分を埋め込むようにn型GaAs電流狭窄層107を成長させる。

【0011】次に、上述のマスクをエッチング除去した後、p型GaAsキャップ層106およびn型GaAs電流狭窄層107の全面にp側電極108を形成するとともに、n型GaAs基板101の裏面にn側電極109を形成する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来のAlGaInP系半導体レーザーにおいては、特に、n型GaAs基板101にオフ基板を用いた場合などのように、p型AlGaInPクラッド層104中のZnなどのp型不純物が拡散しやすい状態にある場合には、n型GaAs電流狭窄層107の成長の際に、以下に述べるような問題が生じる。

【0013】すなわち、図10に示すように、p型AlGaInPクラッド層104のp型不純物濃度N<sub>1</sub>よりもn型GaAs電流狭窄層107のn型不純物濃度N<sub>2</sub>が高い場合には、n型GaAs電流狭窄層107の成長の際に、リッジストライプ部の中央部において、p型AlGaInPクラッド層104中のp型不純物が例えば図10中破線で示す位置まで拡散してしまう。

【0014】また、図11に示すように、p型AlGaInPクラッド層104のp型不純物濃度N<sub>1</sub>よりもn型GaAs電流狭窄層107のn型不純物濃度N<sub>2</sub>が低い場合には、n型GaAs電流狭窄層107の成長の際に、リッジストライプ部の両側の部分のn型GaAs電流狭窄層107中に、p型AlGaInPクラッド層104中のp型不純物が図11中破線で示す位置まで拡散してしまう。

【0015】このように、従来のAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs電流狭窄層107の成長の際に、p型AlGaInPクラッド層104中のp型不純物の不要な拡散が生じるという問題があり、このため、良好な特性が得られなかったり、信頼性が低いなどの問題があった。

【0016】以上はAlGaInP系半導体レーザーについてであるが、上述と同様な問題は、他の半導体レーザーはもちろん、半導体レーザー以外の半導体装置においても生じ得るものである。

【0017】したがって、この発明の目的は、半導体層にこれと不純物濃度が異なる他の半導体層を接して設ける場合に不純物の不要な拡散を抑えることができる半導体装置および半導体レーザーを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明の第1の発明は、第1の不純物濃度を有する第1の半導体層と、第1の半導体層と接して設けられた第1の不純物濃度と異なる第2の不純物濃度を有する第2の半導体層とを有する半導体装置において、第2の

半導体層のうちの第1の半導体層と接する部分の不純物濃度が第1の不純物濃度とほぼ等しいことを特徴とする半導体装置である。

【0019】この発明の第1の発明においては、第2の半導体層のうちの第1の半導体層と接する部分の不純物濃度が他の部分の不純物濃度よりも低い場合と高い場合とがある。

【0020】この発明の第2の発明は、第1導電型の第1のクラッド層と、第1のクラッド層上の活性層と、活性層上の第2導電型の第2のクラッド層とを有し、第2のクラッド層に設けられたストライプ部の両側の部分に第1導電型の電流狭窄層が埋め込まれた電流狭窄構造を有する半導体レーザーにおいて、電流狭窄層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいことを特徴とするものである。

【0021】この発明の第2の発明の一実施形態においては、電流狭窄層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の電流狭窄層の不純物濃度よりも低い。

【0022】この発明の第2の発明の他の一実施形態においては、電流狭窄層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の電流狭窄層の不純物濃度よりも高い。

【0023】この発明の第2の発明においては、電流狭窄層は、例えば、GaAs、AlInP、AlGaInP、GaP、GaNなどのIII-V族化合物半導体や、ZnSSe、ZnMgSSe、ZnMg、ZnSe、ZnCdSe、ZnSなどのII-VI族化合物半導体からなる。

【0024】この発明の第2の発明においては、電流狭窄層の不純物は、例えば、Se、Si、Mg、Zn、Be、Cl、N、F、Br、I、At、P、As、Sbなどである。ここで、電流狭窄層の材料とその不純物との組み合わせの例を挙げると、AlInPまたはAlGaInPに対して、p型不純物としてZn、Mg、Beなど、n型不純物としてSe、Siなどである。また、ZnSSeなどのII-VI族化合物半導体に対しては、p型不純物としてNなど、n型不純物としてClなどである。

【0025】この発明の第2の発明においては、電流狭窄層のうちの不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しい部分と他の部分とは、互いに異なる材料からなるものであってもよい。その一例を挙げると、電流狭窄層のうちの不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しい部分がAlGaInPからなり、他の部分がAlInPからなる場合である。

【0026】この発明の第3の発明は、第1導電型の第1のクラッド層と、第1のクラッド層上の活性層と、活性層上の第2導電型の第2のクラッド層と、第2のクラ

(4)

特開平9-167875

ッド層上のストライプ状の開口を有する第1導電型の電流狭窄層と、電流狭窄層の開口の部分における第2のクラッド層と接して設けられた、第2のクラッド層の不純物濃度と異なる不純物濃度を有する第2導電型の第3のクラッド層とを有する半導体レーザーにおいて、第3のクラッド層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいことを特徴とするものである。

【0027】この発明の第3の発明の一実施形態においては、第3のクラッド層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の第3のクラッド層の不純物濃度よりも低い。

【0028】この発明の第3の発明の他の一実施形態においては、第3のクラッド層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が他の部分の第3のクラッド層の不純物濃度よりも高い。

【0029】この発明の第3の発明においては、第3のクラッド層は、例えば、AlGaInPなどのIII-V族化合物半導体や、ZnMgSSeなどのII-VI族化合物半導体からなる。

【0030】この発明の第3の発明においては、第3のクラッド層の不純物は、例えば、Se、Si、Mg、Zn、Be、Cl、N、F、Br、I、At、P、As、Sbなどである。ここで、第3のクラッド層の材料とその不純物との組み合わせの例を挙げると、AlGaInPに対して、p型不純物としてZn、Mg、Beなど、n型不純物としてSe、Siなどである。また、ZnMgSSeなどのII-VI族化合物半導体に対して、p型不純物としてNなど、n型不純物としてClなどである。

【0031】上述のように構成されたこの発明の第1の発明による半導体装置によれば、第2の半導体層のうちの第1の半導体層と接する部分の不純物濃度が第1の半導体層の不純物濃度とほぼ等しいので、第1の半導体層と第2の半導体層との境界部に不純物濃度の不均衡がなく、このため、第1の半導体層に接して第2の半導体層を成長させる際に、第2の半導体層中の不純物の不要な拡散を抑えることができる。

【0032】上述のように構成されたこの発明の第2の発明によれば、電流狭窄層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいので、第2のクラッド層と電流狭窄層との境界部に不純物濃度の不均衡がなく、このため、第2のクラッド層に接して電流狭窄層を成長させる際に、第2のクラッド層中の不純物の不要な拡散を抑えることができる。

【0033】上述のように構成されたこの発明の第3の発明によれば、第3のクラッド層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいので、第2のクラッド層と第3の

クラッド層との境界部に不純物濃度の不均衡がなく、このため、電流狭窄層の開口の部分における第2のクラッド層に接して第3のクラッド層を成長させる際に、第2のクラッド層中の不純物の不要な拡散を抑えることができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0035】図1は、この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを示す断面図である。

【0036】図1に示すように、この第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs基板1上に、n型AlGaInPクラッド層2、アンドープGaInP活性層3、p型AlGaInPクラッド層4、p型GaInP中間層5およびp型GaAsキャップ層6が順次積層されている。

【0037】p型AlGaInPクラッド層4の上層部、p型GaInP中間層5およびp型GaAsキャップ層6は、一方向に延びる所定幅のリッジストライプ形状を有する。このリッジストライプ部の両側の部分にはn型GaAs電流狭窄層7が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。

【0038】ここで、各層の不純物の例を挙げると、p型AlGaInPクラッド層4、p型GaInP中間層5およびp型GaAsキャップ層6中のp型不純物は例えばZn、n型AlGaInPクラッド層3およびn型GaAs電流狭窄層7中のn型不純物は例えばSeである。

【0039】p型GaAsキャップ層6およびn型GaAs電流狭窄層7の上には、例えばTi/Pt/Au電極のようなp側電極8が設けられている。一方、n型GaAs基板1の裏面には、例えばIn電極のようなn側電極9が設けられている。

【0040】この第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aの不純物濃度はp型AlGaInPクラッド層4の不純物濃度とほぼ等しく設定されており、その他の部分の不純物濃度はn型GaAs電流狭窄層7に本来必要な、p型AlGaInPクラッド層4の不純物濃度よりも高い不純物濃度に設定されている。すなわち、p型AlGaInPクラッド層4のp型不純物濃度を $N_1$ 、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aのn型不純物濃度を $N_1'$ 、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7a以外の部分のn型不純物濃度を $N_1$ とすると、 $N_1' \sim N_1$ 、 $N_1' < N_1$ に設定されている。ここで、不純物濃度の具体例を挙げると、 $N_1$ および $N_1'$ は例えば $7 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度、 $N_1$ は例えば $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度である。

【0041】次に、上述のように構成されたこの第1の

(5)

特開平9-167875

実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法について説明する。

【0042】図2～図6は、この第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法を説明するための断面図である。

【0043】この第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを製造するためには、まず、図2に示すように、n型GaAs基板1上に、n型AlGaInPクラッド層2、アンドープGaInP活性層3、p型AlGaInPクラッド層4、p型GaInP中間層5およびp型GaAsキャップ層6を、例えばMOCVD法により順次成長させる。

【0044】次に、図3に示すように、p型GaAsキャップ層6の全面に例えばCVD法によりSiO<sub>2</sub>膜やSiN膜を形成した後、これをエッチングによりパターンニングして所定幅のストライプ形状のマスク10を形成する。

【0045】次に、図4に示すように、マスク10をエッチングマスクとして用いて、ウエットエッチング法により、p型AlGaInPクラッド層4の厚さ方向の途中の深さまでエッチングする。これによって、p型AlGaInPクラッド層4の上層部、p型GaInP中間層5およびp型GaAsキャップ層6が、一方向に延びる所定幅のリッジストライプ形状にパターンニングされる。

【0046】次に、図5に示すように、マスク10を成長マスクとして用いて、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aを例えばMOCVD法により成長させる。このとき、p型不純物のドーパントの供給量は、この部分7a以外の部分のn型GaAs電流狭窄層7の成長の際のp型不純物のドーパントの供給量よりも少なくする。ここで、この部分7aの厚さは、このAlGaInP系半導体レーザーの特性に大きな影響を及ぼさないような厚さ、具体的には例えば100nm程度以下に選ばれる。

【0047】次に、図6に示すように、マスク10を成長マスクとして用いて、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aの上に残りのn型GaAs電流狭窄層7を例えばMOCVD法により成長させる。

【0048】次に、マスク10をエッチング除去した後、図1に示すように、p型GaAsキャップ層6およびn型GaAs電流狭窄層7の全面にp側電極8を形成するとともに、n型GaAs基板1の裏面にn側電極9を形成する。

【0049】以上により、目的とするAlGaInP系半導体レーザーが製造される。

【0050】以上のように、この第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーによれば、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aのn型不純物濃度N<sub>1</sub>がp型AlGaInPクラッド層4のp

型不純物濃度N<sub>2</sub>とほぼ等しいので、p型AlGaInPクラッド層4とn型GaAs電流狭窄層7との境界部に不純物濃度の不均衡がない。このため、p型AlGaInPクラッド層4に接してn型GaAs電流狭窄層7を成長させる際に、リッジストライプ部の中央部においてp型AlGaInPクラッド層4中のp型不純物の不要な拡散が生じるのを有効に抑えることができる。これによって、所望の不純物濃度分布を再現性よく得ることができ、特性が良好で信頼性が高いAlGaInP系半導体レーザーを得ることができる。

【0051】次に、この発明の第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーについて説明する。

【0052】この第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーは、図1に示す第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーと同様な構造を有する。

【0053】この第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aの不純物濃度はp型AlGaInPクラッド層4の不純物濃度とほぼ等しく設定されており、その他の部分の不純物濃度はn型GaAs電流狭窄層7に本来必要な、p型AlGaInPクラッド層4の不純物濃度よりも低い不純物濃度に設定されている。すなわち、p型AlGaInPクラッド層4のp型不純物濃度をN<sub>2</sub>、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aのn型不純物濃度をN<sub>1</sub>、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7a以外の部分のn型不純物濃度をN<sub>3</sub>とすると、N<sub>1</sub>≒N<sub>2</sub>、N<sub>3}>N<sub>2</sub>に設定されている。</sub>

【0054】この第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法は、第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法と同様であるので、説明を省略する。

【0055】以上のように、この第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーによれば、n型GaAs電流狭窄層7のうちの下地と接する部分7aのn型不純物濃度N<sub>1</sub>がp型AlGaInPクラッド層4のp型不純物濃度N<sub>2</sub>とほぼ等しいので、p型AlGaInPクラッド層4とn型GaAs電流狭窄層7との境界部に不純物濃度の不均衡がない。このため、p型AlGaInPクラッド層4に接してn型GaAs電流狭窄層7を成長させる際に、リッジストライプ部の両側の部分のn型GaAs電流狭窄層7にp型AlGaInPクラッド層4中のp型不純物の不要な拡散が生じるのを有効に抑えることができる。これによって、所望の不純物濃度分布を再現性よく得ることができ、特性が良好で信頼性が高いAlGaInP系半導体レーザーを得ることができる。

【0056】図7は、この発明の第3の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを示す断面図である。

(6)

特開平9-167875

【0057】図7に示すように、この第3の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs基板11上に、n型AlGaInPクラッド層12、アンドープGaInP活性層13およびp型AlGaInPクラッド層14が順次積層されている。

【0058】p型AlGaInPクラッド層14上には、一方方向に延びる所定幅のストライプ状の開口15aを有するn型GaAs電流狭窄層15が積層されている。このn型GaAs電流狭窄層15およびその開口15aの部分におけるp型AlGaInPクラッド層14の上には、p型AlGaInPクラッド層16が積層されている。このp型AlGaInPクラッド層16上には、p型GaAsキャップ層17が設けられている。

【0059】ここで、各層の不純物の例を挙げると、p型AlGaInPクラッド層14、16およびp型GaAsキャップ層17中のp型不純物は例えばZn、n型AlGaInPクラッド層12およびn型GaAs電流狭窄層15中のn型不純物は例えばSeである。

【0060】p型GaAsキャップ層17上には、例えばTi/Pt/Au電極のようなp側電極18が設けられている。一方、n型GaAs基板11の裏面には、例えばIn電極のようなn側電極19が設けられている。

【0061】この第3の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーにおいては、p型AlGaInPクラッド層16のうちの下地と接する部分16aの不純物濃度はp型AlGaInPクラッド層14の不純物濃度とほぼ等しく設定され、その他の部分の不純物濃度はp型AlGaInPクラッド層16に本来必要な、p型AlGaInPクラッド層14の不純物濃度よりも高い不純物濃度に設定されている。すなわち、p型AlGaInPクラッド層14のp型不純物濃度を $N_1$ 、p型AlGaInPクラッド層16のうちの下地と接する部分16aのp型不純物濃度を $N_1'$ 、p型AlGaInPクラッド層16のうちの下地と接する部分16a以外の部分のp型不純物濃度を $N_1''$ とすると、 $N_1 \approx N_1'$ 、 $N_1' < N_1''$ に設定されている。

【0062】次に、上述のように構成されたこの第3の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法について説明する。

【0063】この第3の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを製造するためには、まず、n型GaAs基板11上に、n型AlGaInPクラッド層12、アンドープGaInP活性層13、p型AlGaInPクラッド層14およびn型GaAs電流狭窄層15を例えばMOCVD法により順次成長させる。

【0064】次に、n型GaAs電流狭窄層15上に、SiO<sub>2</sub>膜やSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜などからなる一方方向に延びた所定幅のストライプ状の開口を有するマスク（図示せず）を形成する。

【0065】次に、このマスクをエッチングマスクとし

て用いて、ウェットエッチング法により、n型GaAs電流狭窄層15を選択的にエッチングする。これによって、n型GaAs電流狭窄層15に一方方向に延びるストライプ状の開口15aが形成される。この後、エッチングに用いたマスクを除去する。

【0066】次に、n型GaAs電流狭窄層15の全面にその開口15aを埋め込むようにして、p型AlGaInPクラッド層16のうちの下地と接する部分16aを例えばMOCVD法により成長させる。このとき、p型不純物のドーパントの供給量は、この部分16a以外の部分のp型AlGaInPクラッド層16の成長の際のp型不純物のドーパントの供給量よりも少なくする。ここで、この部分16aの厚さは、このAlGaInP系半導体レーザーの特性に大きな影響を及ぼさないような厚さ、具体的には例えば100nm程度以下に選ばれる。

【0067】次に、p型AlGaInPクラッド層16のうちの下地と接する部分16aの上に残りのp型AlGaInPクラッド層16を例えばMOCVD法により成長させる。

【0068】次に、p型AlGaInPクラッド層16の全面にp型GaAsキャップ層17を例えばMOCVD法により成長させた後、このp型GaAsキャップ層17の表面を平坦化する。

【0069】次に、p型GaAsキャップ層17の全面にp側電極18を形成するとともに、n型GaAs基板11の裏面にn側電極19を形成する。

【0070】以上により、目的とするAlGaInP系半導体レーザーが製造される。

【0071】以上のように、この第3の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーによれば、p型AlGaInPクラッド層16のうちの下地と接する部分16aのp型不純物濃度 $N_1'$ がp型AlGaInPクラッド層14のp型不純物濃度 $N_1$ とほぼ等しいので、n型GaAs電流狭窄層15の開口15aの部分におけるp型AlGaInPクラッド層14とp型AlGaInPクラッド層16との境界部に不純物濃度の不均衡がない。このため、n型GaAs電流狭窄層15の開口15aの部分においてp型AlGaInPクラッド層14に接してp型AlGaInPクラッド層16を成長させる際に、n型GaAs電流狭窄層15の開口15aの部分におけるp型AlGaInPクラッド層14中のp型不純物の不要な拡散が生じるのを有効に抑えることができる。これによって、所望の不純物濃度分布を再現性よく得ることができ、特性が良好で信頼性が高いAlGaInP系半導体レーザーを得ることができる。

【0072】図8は、この発明の第4の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを示す断面図である。

【0073】図8に示すように、この第4の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型

(7)

特開平9-167875

GaAs基板21上に、n型AlGaInPクラッド層22、アンドープGaInP活性層23およびp型AlGaInPクラッド層24が順次積層されている。

【0074】p型AlGaInPクラッド層24の上層部は、一方向に延びる所定幅のリジストライプ形状を有する。このリジストライプ部の両側の部分にはn型GaAs電流狭窄層25が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。p型AlGaInPクラッド層24およびn型GaAs電流狭窄層25の上には、p型GaAsキャップ層26が積層されている。

【0075】ここで、各層の不純物の例を挙げると、p型AlGaInPクラッド層24およびp型GaAsキャップ層26中のp型不純物は例えばZn、n型AlGaInPクラッド層22およびn型GaAs電流狭窄層25中のn型不純物は例えばSeである。

【0076】p型GaAsキャップ層26の全面には、例えばTi/Pt/Au電極のようなp側電極27が設けられている。一方、n型GaAs基板21の裏面には、例えばIn電極のようなn側電極28が設けられている。

【0077】この第4の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs電流狭窄層25のうちの下地と接する部分25aの不純物濃度はp型AlGaInPクラッド層24の不純物濃度とほぼ等しく設定されており、その他の部分の不純物濃度はn型GaAs電流狭窄層25に本来必要な、p型AlGaInPクラッド層24の不純物濃度よりも高い不純物濃度に設定されている。すなわち、p型AlGaInPクラッド層24のp型不純物濃度を $N_1$ 、n型GaAs電流狭窄層25のうちの下地と接する部分25aのn型不純物濃度を $N_1'$ 、n型GaAs電流狭窄層25のうちの下地と接する部分25a以外の部分のn型不純物濃度を $N_2$ とすると、 $N_1' \approx N_1$ 、 $N_2 < N_1$ に設定されている。ここで、不純物濃度の具体例を挙げると、 $N_1$ および $N_1'$ は例えば $7 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度、 $N_2$ は例えば $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度である。

【0078】以上のように、この第4の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーによれば、n型GaAs電流狭窄層25のうちの下地と接する部分25aのn型不純物濃度 $N_1'$ がp型AlGaInPクラッド層24のp型不純物濃度 $N_1$ とほぼ等しいことにより、第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーと同様な利点を得ることができる。

【0079】以上、この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0080】例えば、上述の第1～第4の実施形態において挙げた材料や数値は、あくまで例に過ぎず、これらに限定されるものではない。

【0081】また、この発明は、一般的には、上述の第1～第4の実施形態において用いたもの以外の各種の構造基板上に二度目の成長を行う場合に適用することが可能である。

【0082】また、上述の第1および第2の実施形態においては、n型GaAs電流狭窄層7、p型AlGaInPクラッド層16およびn型GaAs電流狭窄層25のうちの下地と接する部分以外の部分の不純物濃度は均一であるが、この部分がさらに二段階以上の不純物濃度分布を有するようにしてもよい。

【0083】さらに、上述の第1～第4の実施形態においては、一度目の成長を行って構造基板を形成した後に行われる二度目の成長の際に、その成長層のうちの下地と接する部分の不純物濃度を下地のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しく設定し、その他の部分の不純物濃度を本来必要とされる不純物濃度に設定しているが、この発明は、三度目以降の成長を行う際に下地の層中の不純物の不要な拡散を抑える場合にも適用することが可能である。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の第1の発明による半導体装置によれば、第2の半導体層のうちの第1の半導体層と接する部分の不純物濃度が第1の不純物濃度とほぼ等しいので、第1の半導体層と第2の半導体層との境界部に不純物濃度の不均衡がなく、このため、第1の半導体層に接して第2の半導体層を成長させる際に、第2の半導体層中の不純物の不要な拡散を抑えることができる。

【0085】この発明の第2の発明による半導体レーザーによれば、電流狭窄層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいので、第2のクラッド層と電流狭窄層との境界部に不純物濃度の不均衡がなく、このため、第2のクラッド層に接して電流狭窄層を成長させる際に、第2のクラッド層中の不純物の不要な拡散を抑えることができる。

【0086】この発明の第3の発明による半導体レーザーによれば、第3のクラッド層のうちの第2のクラッド層と接する部分の不純物濃度が第2のクラッド層の不純物濃度とほぼ等しいので、第2のクラッド層と第3のクラッド層との境界部に不純物濃度の不均衡がなく、このため、電流狭窄層の開口の部分における第2のクラッド層に接して第3のクラッド層を成長させる際に、第2のクラッド層中の不純物の不要な拡散を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを示す断面図である。

【図2】この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法を説明するための断面図



(8)

特開平9-167875

である。

【図3】この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法を説明するための断面図である。

【図4】この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法を説明するための断面図である。

【図5】この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法を説明するための断面図である。

【図6】この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーの製造方法を説明するための断面図である。

【図7】この発明の第3の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを示す断面図である。

【図8】この発明の第4の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザーを示す断面図である。

【図9】従来の技術によるAlGaInP系半導体レーザーを示す断面図である。

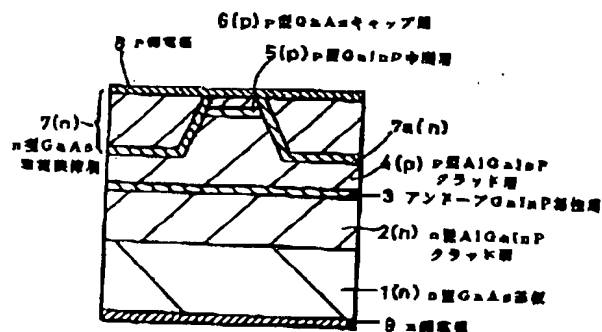
【図10】従来の技術によるAlGaInP系半導体レーザーの問題を説明するための断面図である。

【図11】従来の技術によるAlGaInP系半導体レーザーの問題を説明するための断面図である。

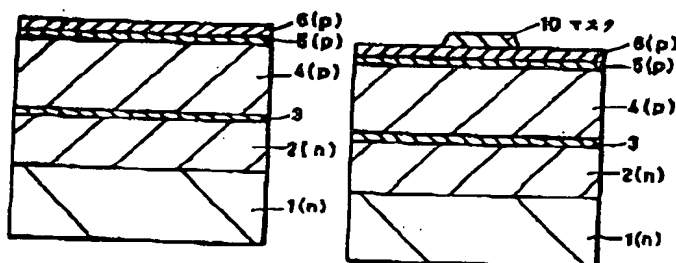
【符号の説明】

- 1、11、21 n型GaAs基板
- 2、12、22 n型AlGaInPクラッド層
- 3、13、23 アンダーブGaInP活性層
- 4、14、16、24 p型AlGaInPクラッド層
- 5 p型GaInP中間層
- 6、17、26 p型GaAsキャップ層
- 7、15、25 n型GaAs電流狭窄層
- 8、18、27 p側電極
- 9、19、28 n側電極
- 15a 開口

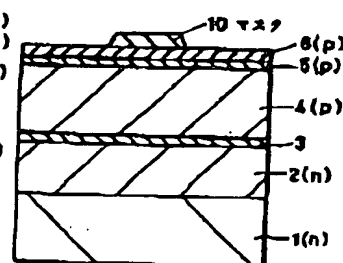
【図1】



【図2】

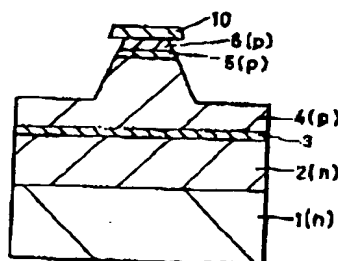


【図3】

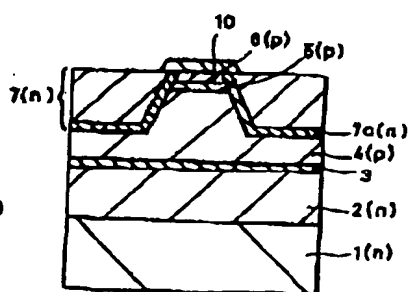
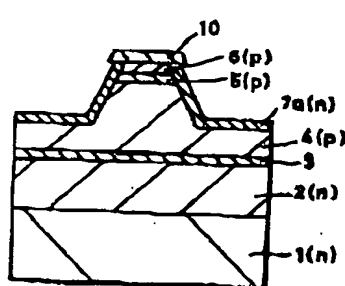


【図6】

【図4】



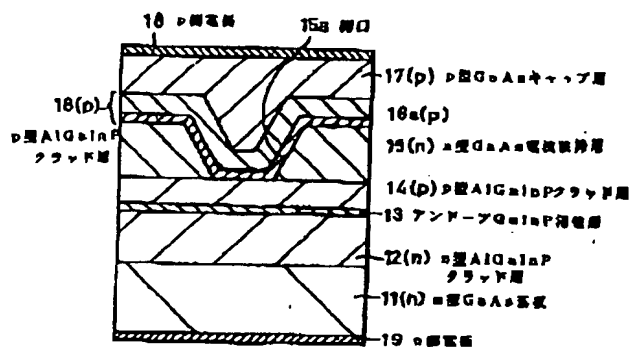
【図5】



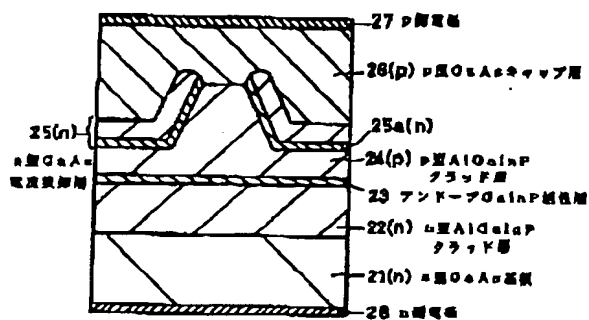
(9)

特開平9-167875

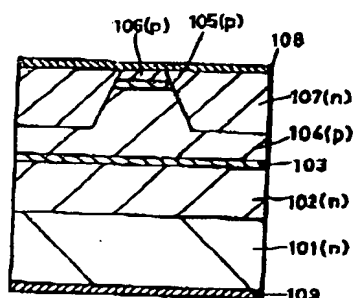
【図7】



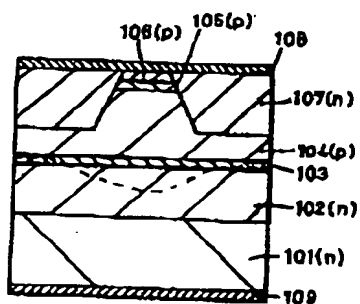
【圖 8】



【圖 9】



【圖 10】



【 1 1 】

